

**OPTIMASI KUALITAS ANYAMAN TIGA DIMENSI
SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT**

TESIS

Diajukan Kepada

Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Magister dalam Teknik Mesin



LUJENG WIDODO

Nim : U100140010

**TEKNIK MESIN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

NOTA PEMBIMBING

Joko Sedyono, S.T, M.Eng, Ph.D.

Dosen Program Studi Teknik Mesin

Program Pascasarjana

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nota Dinas

Hal : Tesis Saudara Lujeng Widodo

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Program Pascasarjana

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Assalamu'alaikumWr.Wb.

Setelah membaca, meneliti, mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya terhadap Tesis Saudara :

Nama	: Lujeng Widodo
IM	: U 100140010
Konsentrasi	: Teknik Mesin
Judul	: Optimasi Kualitas Anyaman Tiga Dimensi sebagai Penguat Komposit

Dengan ini kami menilai tesis tersebut dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tesis pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wssalamu'alaikumWr.Wb

Surakarta, 2 Nopember 2017

Pembimbing I



Joko Sedyono, S.T, M.Eng, Ph.D.

NOTA PEMBIMBING

Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc, Ph.D.

Dosen Program Studi Teknik Mesin

Program Pascasarjana

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nota Dinas

Hal : Tesis Saudara Lujeng Widodo

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Program Pascasarjana

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Assalamu'alaikumWr.Wb.

Setelah membaca, meneliti, mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya terhadap Tesis Saudara :

Nama	: Lujeng Widodo
NIM	: U 100140011
Konsentrasi	: Teknik Mesin
Judul	: Optimasi Kualitas Anyaman Tiga Dimensi sebagai Penguat Komposit

Dengan ini kami menilai tesis tersebut dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tesis pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wssalamu'alaikumWr.Wb

Surakarta, . 2 Nopember 2017

Pembimbing II



Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc, Ph.D

TESIS BERJUDUL
OPTIMASI KUALITAS ANYAMAN TIGA
DIMENSI SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT

Yang dipersiapkan dan disusun oleh
LUJENG WIDODO
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 8 November 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing I



Joko Sedyono, S.T., M.Eng., Ph.D.

Pembimbing II



Tri Widodo Besar Riyadi, S.T. M.Sc., Ph.D.

Penguji I



Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.

Surakarta, 9 November 2017

Universitas Muhammadiyah Surakarta
Sekolah Pascasarjana
Direktur,




Prof. Dr. Bambang Sumardjoko

PERYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : LUJENG WIDODO

NIM : U 100140010

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : OPTIMASI KUALITAS ANYAMAN TIGA DIMENSI SEBAGAI
PENGUAT KOMPOSIT

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti tesis ini jiplakan, gelar yang diberikan oleh universitas **Mu**hammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, 2 Nopember 2017

Yang membuat pernyataan



Lujeng Widodo

MOTTO

خَيْرُ تَعْمَلُونَ بِمَا وَاللَّهُ دَرَجَاتِ الْعِلْمِ أَوْثُوا وَالَّذِينَ مِنْكُمْ ءَامَنُوا الَّذِينَ اللَّهُ يَرْفَعُ

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat

(Q.s. al-Mujadalah : 11)

اللَّحْدِ إِلَى الْمَهْدِ مِنَ الْعِلْمِ أَطْلُبُوا .

“Carilah ilmu sejak bayi hingga ke liang kubur.”

(HR.baihaqi)

Aku tinggalkan Kekayaan alam Indonesia, biar semua negara besar dunia iri dengan Indonesia, dan aku tinggalkan hingga bangsa Indonesia sendiri yang mengolahnya.

(Ir.Soekarno)

Jadikan deritaku ini sebagai kesaksian bahwa kekuasaan seorang Presiden sekalipun ada batasnya. Karena kekuasaan yang langgeng hanya kekuasaan rakyat. Dan diatas segalanya adalah Kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa.

(Ir.Soekarno)

PERSEMBAHAN

1. *Kedua orang tuaku dan saudaraku*
2. *Seno anakku dan keluarga kecilku*
3. *Sahabat dan kolega (UMS, UNS dan ATW)*
4. *Almamater (Universitas Muhammadiyah Surakarta)*

KATA PENGANTAR

Pertama dan utama penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayahnya kepada penulis , sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “ Optimasi Kualitas Anyaman Tiga Dimensi sebagai Penguat Komposit” telah selesai. Untuk itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. SofyanAnif,M.Si, Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan kemudahan dan fasilitasbelajar di Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Prof. Dr. Bambang Sumardjoko, M.Pd. Direktur Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan fasilitas dalam menyelesaikan pendidikan di Program Pascasarjana Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc. Ph.D. selaku ketua program studi Teknik MesinPasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Bapak Joko Sedyono, S.T, M.Eng, Ph.D selaku pembimbing I yang telah memberikan pengarahan. Memotivasi, meluangkan waktunya, serta memberikan nasehat kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc. Ph.D. selaku pembimbing II yang telah memberikan pengarahan. Memotivasi, meluangkan waktunya, serta memberikan nasehat kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Orang tua, anak, sahabat dan semua pihak yang tidak mungkin penulis sebut satu-persatu yang memberikan bantuan dalam penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun, semoga bermanfaat bagi penulis, dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Sukoharjo, 2 Nopember 2017

Penulis

ABSTRAK

OPTIMASI KUALITAS ANYAMAN TIGA DIMENSI SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT

Lujeng Widodo, Dosen Pembimbing I Joko Sedyono, S.T. M.Eng, Ph.D. dan Pembimbing II Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc, Ph.D Staf pengajar ATW, email: lujengw Widodo@gmail.com.

Kebutuhan industri terhadap material komposit berbahan baku serat alam dengan mutu yang memenuhi standar sangat diharapkan. Oleh karena bahan baku yang ada sekarang belum dapat memenuhi kebutuhan material yang kuat, ringan, murah serta ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui optimalisasi variabel pada anyaman yang meliputi Jumlah kartu motif, Vloot anyaman, Jumlah gun dan Konsentrasi Resin terhadap Kekuatan Tarik dan Bending. Untuk itu dirancang komposit alam cantula dengan konstruksi kain anyaman tiga dimensi dan resin Unsaturated Polyester (UPRs).

Variasi Kartu, Vloot, jumlah Gun dan Persentase Resin digunakan sebagai kombinasi level factor. Pengujian tarik komposit mengacu pada standar ASTM D 3039, untuk pengujian bending mengacu pada standar ASTM D 790-97. Pengujian statistic yang dilakukan yaitu ; itas, Anova dan SNR . Untuk menyederhanakan anova di lakukan metoda taguchi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Konstruksi kain terutama jumlah vloot dan konsentrasi resin berpengaruh terhadap Kekuatan tarik sedangkan jumlah gun dan konsentrasi resin mempengaruhi kekuatan bending sedangkan nilai optimal dicapai untuk kekuatan Tarik 26,61 Mpa, dan kekuatan bending 102 Mpa. Pada kombinasi level factor kartu 8, Vloot 3, Jumlah Gun 8 dan konsentrasi resin 30%.

Kata kunci : komposit, kartu angkatan, Vloot, jumlah gun anyaman 3D konsentrasi resin, dan metoda taguchy

Abstract

The needs industry on composite materials made from natural fibers with a quality that meets the standards is expected. Because of the existing raw materials can not meet the needs of material is strong, lightweight, inexpensive and environmentally friendly.

The purpose of this study is to determine the number of cards, Vloot, woven type and concentration will affect Resin Tensile Strength and Bending. And optimization of the number of cards, vloot, woven type and concentration of the Tensile Strength Resin and natural composites Bending. Therefore designed with the construction of three-dimensional woven fabric and resin Unsaturated Polyester (UPRs).

Number Variations of thread, Total Torsion, Structure and Percentage Resin wicker is used as a combination of factor levels. Composite tensile testing refers to the standard ASTM D 3039, for bending testing refers to the standard ASTM D 790-97. The statistical testing performed; Anova and SNR. To simplify ANOVA the writer used Taguchi method.

The results show that the fabric construction, especially the number of torsion and resin concentration effect on tensile strength while the type and concentration of resin wicker affect bending strength while the optimal value is achieved for Pull strength 26.61 MPa, and 1.02 MPa bending strength. At the factor level combination of cards 8, Vloot 3, Woven with 5 gun and 30% resin concentration.

Keywords: Composite, Cards, Vloot, number of gun, kind of 3D, Woven resin concentration and Taguchi method

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL	i
NOTA PEMBIMBING I	ii
NOTA PEMBIMBING II	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pendekatan Anyaman	10
2.2 Klasifikasi Komposit	19
2.3 Komponen Penyusun Komposit	23
2.4. Fraksi Berat komposit.....	24
2.5 Kekuatan dan Modulus Tarik Komposit	25
2.6 Kekuatan dan Modulus Bending Komposit	26
2.7 Kualitas dan Pengendalian kualitas.....	27
2.8 Perancangan Eksperimen (<i>Design Experiment</i>).....	23
2.9 Langkah dalam Melaksanakan Perancangan Eksperimen	35
2.10 Metode Taguchi.....	36
1. Penentuan dan Pemilihan <i>Orthogonal Array</i>	43
2. Uji Persyaratan Analisis Data	48
2.13 Analisis Variansi (ANOVA)	51

	2.14 Uji Beda	56
BAB III	METODE PENELITIAN	58
	3.1 Obyek dan Subyek Penelitian	59
	3.2 Ruang Lingkup Penelitian	59
	3.3 Populasi dan Sampel	59
	3.4 Variabel dan Definisi Operasional	60
	3.5 Instrumen Penelitian.....	61
	3.6 Pengumpulan Data	61
	3.7. Analisa Data	65
	3.8. Prosedur Penelitian	65
BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	71
	4.1 Peralatan dan Pembuatan Anyaman.....	71
	4.2 Hasil Pengujian.....	77
	4.3 Uji Data Kekuatan Tarik.....	78
	4.4 Uji Data Kekuatan Bending.....	70
	4.5 Uji Anova	78
	4.5.1 Uji Anova Kekuatan Tarik	78
	4.5.2 Uji Anova Kekuatan Bending	79
	4.6 Signal to noise ratio	87
	4.6.1 Signal to noise ratio Kekuatan Tarik	87
	4.6.2 Signal to noise ratio Kekuatan Bending.....	88
BAB V	PEMBAHASAN	90
	5.1 Analisis Faktor	90
	5.2 Pemilihan Level Faktor Kondisi Optimal	96
	5.3 Respon Kekuatan Tarik Komposit	97
	5.4 Peningkatan Kekuatan Komposit	97
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	99
	6.1 Simpulan	99
	6.2 Saran	99

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Anyaman 3 D	18
Tabel 2.2. Orthogonal Array Standar	44
Tabel 2.3. Matrik <i>Orthogonal Array</i> $L_8(2^5)$	45
Tabel 2.4. Tabel pembanding Kolmogorov Smirnov	49
Tabel 2.5. Tabel Ringkasan Perhitungan Homogenitas dengan Uji Bartlett.....	50
Tabel 2.6. Tabel Anova	56
Tabel 3.1. Faktor dan Level	59
Tabel 3.2. Matriks <i>orthogonal Array</i> standar dengan 2 level.....	62
Tabel 3.3. Array Orthogonal $L_8(2^4)$	63
Tabel 3.4. Setting Parameter Pengujian Kekuatan Tarik dan Bending	64
Tabel 4.1. Setting Parameter Anyaman kombinasi 1 dan 2.....	72
Tabel 4.2. Setting Parameter Anyaman kombinasi 3 dan 4.....	74
Tabel 4.3. Setting Parameter Anyaman kombinasi 5 dan 6.....	75
Tabel 4.4 Setting Parameter Anyaman kombinasi 7 dan 8	76
Tabel 4.5. Uji Data Kekuatan tarik	77
Tabel 4.6. Rerata Uji Kekuatan tarik	78
Tabel 4.9. Uji Anova Kekuatan Tarik	79
Tabel 4.8 Data Uji Bending	82
Tabel 4.9 Uji Bending	83
Tabel 4.10 Uji Anova Bendingi	84
Tabel 4.12 Uji SNR	88

DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 2.1 Anyaman Polos	7
2.	Gambar 2.2 Anyaman Keper	8
3.	Gambar 2.3 Cucukan Kiri dan Kanan	9
4.	Gambar 2.4 Anyaman Keper Kiri dan Kanan	10
5.	Gambar 2.5 Anyaman Satin Lusi 5 Gun V 2i	10
6.	Gambar 2.6 Anyaman Satin 8 Gun V2	11
7.	Gambar 2.7 Posisi Kaki pada Pembukaan 8 Gun	12
8	Gambar 2.8 Rencana Tenun 2 Gun	13
9	Gambar 2.9 Jenis Cucukan	13
10	Gambar 2.10 Rencana Tenun menggunakan Weave Maker Provesional	13
11	Gambar 2.11 Skema Anyaman	13
12	Gambar 2.12 Anyaman Ortogonal	13
13	Gambar 2.1 3 Ortogonal Interlok	51
14	Gambar 2.14 Tri D Woven Composite	53
15	Gambar 2.15 Anyaman 3 D	55
16	Gambar 2.16 Skema Komposit Lamina	21
17	Gambar 2.17 Anyaman Serat 3 D	21
18	Gambar 2.18 Skema Pembuatan	22
19	Gambar 2.19 Skema Pengujian Bending	27
20	Gambar 2.20 Notasi Ortogonal Array	43
21	Gambar 3.1 Pengerjaan Cetakan	61
21	Gambar 3.2 Alat Tenun Bukan Mesin	65
21	Gambar 3.3 Oven Memmert UM 400	66
21	Gambar 3.4 Pengeringan	66
21	Gambar 4.1 Disain Anyaman 3 Dimensi	71
22	Gambar 4.2 Anyaman 3 D 4 Gun Angka Loncat 2222	72
23	Gambar 4.3 Anyaman 3 D 5 Gun Angka Loncat 33035	74
24	Gambar 4.4 Anyaman 3 D 4 Gun Angka Loncat 3113	75
25	Gambar 4.5 Anyaman 3 D 5 Gun Angka Loncat 22224	76